

## ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКАМЕРНОЇ ФІЛЬТРУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ РІДИН НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

*Представлена характеристика стічних вод після миття автомобілів на автотранспортних підприємствах. Розглянуто процес фільтрації рідини в безкамерних установках і визначено математичну модель продуктивності фільтрувальної установки на різних технологічних режимах від кута розвороту сопла в горизонтальній площині.*

**Ключові слова:** стічні води, безкамерне фільтрування, продуктивність, забруднення, сопло, очищення.

*Представлена характеристика сточных вод после мойки автомобилей на автотранспортных предприятиях. Рассмотрен процесс фильтрации жидкости в бескамерных установках и определена математическая модель производительности фильтровальной установки на разных технологических режимах от угла разворота сопла в горизонтальной плоскости.*

**Ключевые слова:** сточные воды, бескамерное фильтрование, производительность, загрязнение, сопло, очистка.

*Represented description of sewages after washing of cars on motor transport enterprises. It is considered process of filtration of liquid in beskamernih options and opredelenna mathematical model of productivity of the filtration setting on different technological modes from the corner of turn of nozzle in a horizontal plane.*

**Key words:** sewages, beskamernoje filtration, productivity, contamination, nozzle, cleaning.

**Постановка проблеми.** Стічні води від миття автомобілів утворюються на спеціалізованих мийних станціях і на автотранспортних підприємствах. Стічні води аналогічного складу можуть утворюватися при митті автомобілів у гаражах, на автостоянках, заправних станціях, у приміщеннях автотранспортного сервісу.

Найбільша кількість забруднень стічних вод утворюється при митті транспорту, що входить у регламент щоденного технічного обслуговування, а також агрегатів і деталей при здійсненні ремонту. Інтенсивне забруднення стоків нафтопродуктами і зваженими речовинами відбувається в результаті очищення і знежирення поверхонь деталей і вузлів транспортних засобів за допомогою лужних і кислотних розчинів, синтетичних миючих засобів.

Основними забруднювачами стічних вод, що утворюються при митті автомобілів є механічні домішки і нафтопродукти, представлені моторними маслами, різними видами палива, частинками асфальту і піску, МОР, солями важких металів, а також миючими речовинами (ПАР), що використовуються при митті [1].

Об'єми відпрацьованих водних технологічних середовищ, які використовуються для миття автотранспортної техніки, агрегатів і деталей автомобілів у процесі їх ремонту, перевищує 10 млн м<sup>3</sup> на рік [2]. На автотранспортному підприємстві при експлуатації одного автомобіля утворюється 700-1200 л забрудненої

води на добу. Вона містить 800-3000 мг/л механічних домішок, 50-90 мг/л нафтопродуктів [3; 4]. Для її обробки з метою видалення шкідливих речовин пости миття автомобілів оснащуються очисними системами, що є комплексом спеціального устаткування, призначеного для запобігання надходження забрудненої рідини в навколишнє середовище. Дане устаткування повинне забезпечувати високу продуктивність очищення стічних вод.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Об'єм очищеної рідини, що утворюється протягом певного проміжку часу з одиниці поверхні фільтрувальної перегородки, прямо пропорційний різниці тиску і обернено пропорційний в'язкості рідини і загальному опору осаду та фільтрувальної перегородки [5]:

$$\frac{dV}{\omega_1 \cdot d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu \cdot (R_{oc} + R_{\phi.n})}, \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм очищеної рідини, м<sup>3</sup>;  
 $\omega_1$  – площа поверхні фільтрувальної перегородки, м<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – тривалість фільтрування, с;  
 $\Delta p$  – різниця тиску, Па;  
 $\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості очищеної рідини, Н·с/м<sup>2</sup>;  
 $R_{oc}$  – опір шару осаду, м<sup>-1</sup>;  
 $R_{\phi.n}$  – опір фільтрувальної перегородки, м<sup>-1</sup>.

Розглянемо процес фільтрування рідини в установці безкамерного фільтрування. Схему процесу фільтрування представлено на рисунку 1 [6].

Загальна витрата рідини  $Q_{заг}$ , витікаючи з сопла в процесі фільтрування, розділяється, як показано на рис. 1, на два потоки:

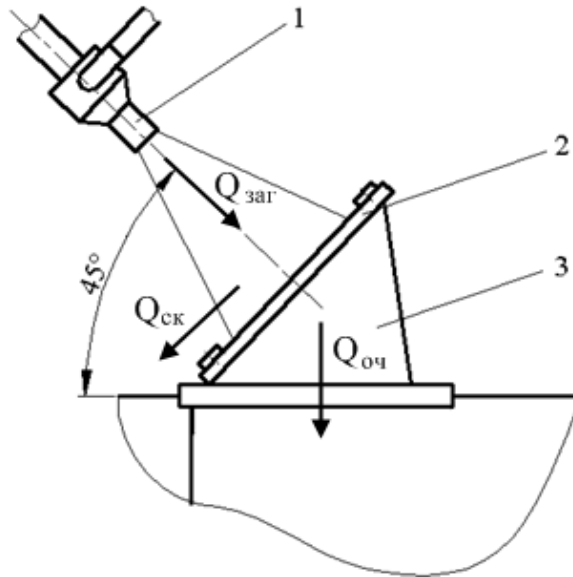
$$Q_{заг} = Q_{оч} + Q_{ск}, \quad (2)$$

де  $Q_{оч}$  – витрата очищеної рідини,  $м^3/с$ ;

$Q_{ск}$  – витрата скидання забрудненої рідини,  $м^3/с$ .

Величина  $Q_{оч}$  визначає продуктивність фільтрувальної установки, що залежить від геометричних параметрів установки, властивостей рідини і матеріалу фільтрувальної перегородки.

Метою даної статті є визначення залежності продуктивності очищення фільтрувальної установки від геометричних параметрів соплової групи.

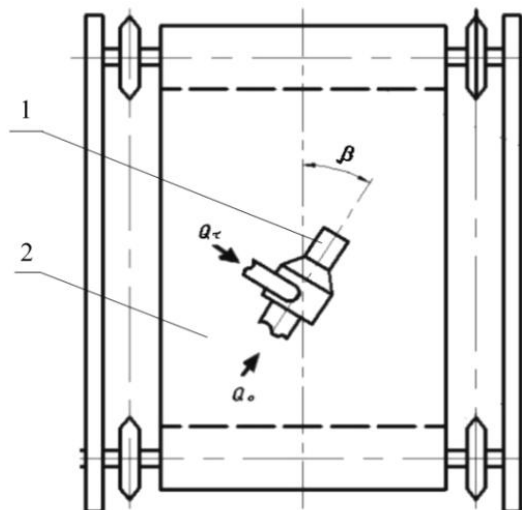


**Рис. 1. Схema процесу фільтрування**

1 – сопло; 2 – фільтрувальна перегородка; 3 – жолоб;  $Q_{заг}$  – загальна витрата рідини;  $Q_{оч}$  – витрата очищеної рідини;  $Q_{ск}$  – витрата скидання рідини

Виклад основного матеріалу. Величина очищеної рідини залежить: від витрати забрудненої рідини через сопло  $Q_{л}/Q_{заг}$ ; від відношення витрат рідини через

тангенціально врізаний патрубок і через сопло  $Q_{л}/Q_{заг}$ ; від кута  $\beta$  нахилу сопла відносно перегородки в горизонтальній площині (рис. 2).



**Рис. 2 Технологічна схема процесу фільтрування рідини**

1 – сопло з тангенціально врізаним патрубком; 2 – фільтрувальне полотно

Для побудови математичної моделі залежності продуктивності фільтрувальної установки від вищенаведених факторів у вигляді полінома другого

порядку застосовувалися методи планування експерименту, а саме, повний факторний експеримент [7]. Рівні варіювання факторів представлено в таблиці 1.

Рівні варіювання факторів

Фактори	Позначення факторів	$\xi_i^* = -1,414$	$\xi_i = -1$	$\xi_i = 0$	$\xi_i = 1$	$\xi_i^* = 1,414$
Загальна витрата рідини, $Q_{заг}$ , л/с	x1	0,50	0,60	0,85	1,1	1,2
Відношення витрат рідини, $Q_T/Q_{заг}$	x2	0,12	0,17	0,3	0,43	0,48
Кут нахилу сопла $\beta$ , град	x3	3	5	10	15	17

У даному випадку математична модель для трифакторного експерименту з ефектом взаємодії третього порядку має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + b_1^2 \cdot x_1^2 + b_2^2 \cdot x_2^2 + b_3^2 \cdot x_3^2 \quad (3)$$

Експериментальні дослідження проводилися за допомогою ємкості певного об'єму. Величину обчищеної рідини вимірювали на відповідних технологічних режимах роботи установки. В результаті обробки експериментальних даних було одержано оцінки впливу факторів і взаємодій факторів на досліджуваний параметр  $Q_{оч}$ .

Після визначення коефіцієнтів і деяких математичних перетворень одержимо математичну залежність для визначення продуктивності фільтрувальної установки від вищенаведених факторів:

$$Q_{оч} = 0,065 + 3,37 \cdot Q_{заг} - 0,24 \cdot Q_T / Q_{заг} - 0,02 \cdot \beta + 0,27 \cdot Q_T / Q_{заг} + 0,02 \cdot Q_T \cdot \beta + 0,03 \cdot Q_T / Q_{заг} \cdot \beta - 0,01 \cdot Q_T / Q_{заг} \cdot \beta - 0,001 \cdot \beta^2 + 0,07 \cdot \beta \cdot (Q_T / Q_{заг})^2 \quad (4)$$

За даними експериментальних досліджень було побудовано графічні залежності продуктивності процесу безкамерного фільтрування від кута нахилу сопла (рис. 3).

Аналіз результатів експериментальних досліджень і їх математична обробка доводять, що при зміні продуктивності процесу фільтрування від 0,545 л/с до 0,585 л/с ефективним кутом повороту сопла можна вважати: при співвідношенні  $Q_T/Q_{заг} = 0,17$ ,  $\beta = 4-6^\circ$ ; при співвідношенні  $Q_T/Q_{заг} = 0,43$ ,  $\beta = 13-17^\circ$ . При зміні продуктивності процесу фільтрування від 1,02 л/с до 1,1 л/с ефективний кут повороту сопла знаходиться в наступних межах: при співвідношенні  $Q_T/Q_{заг} = 0,17$ ,  $\beta = 9-11^\circ$ ; а при співвідношенні  $Q_T/Q_{заг} = 0,43$ ,  $\beta = 14-18^\circ$ .

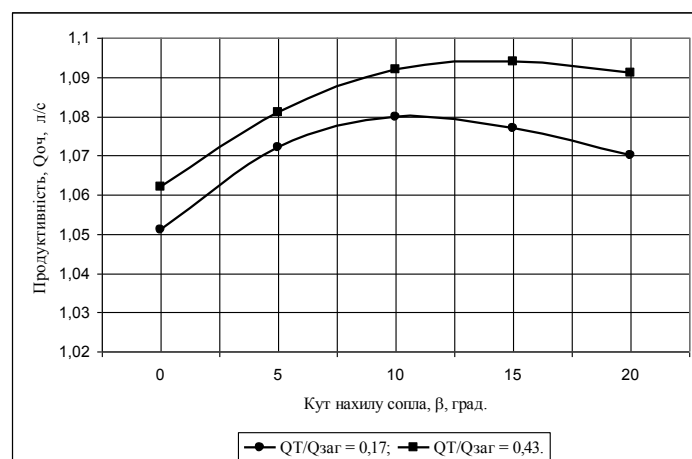
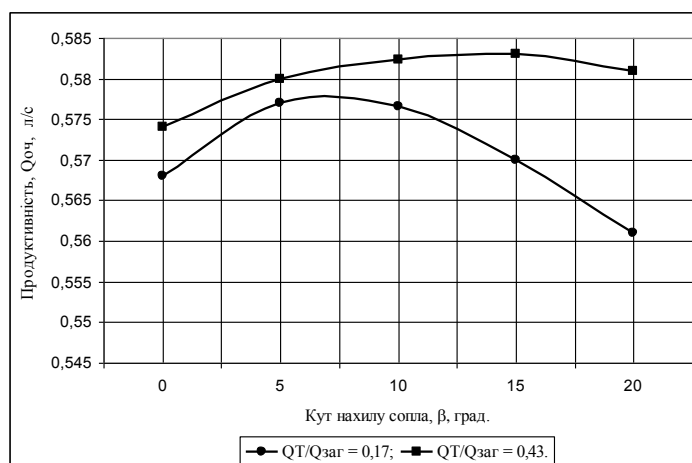


Рис. 3. Залежність продуктивності фільтрування від кута нахилу сопла а) при  $Q_{заг} = 0,8$  л/с; б) при  $Q_{заг} = 1,2$  л/с

**Висновки**

1. Одержана математична залежність дозволяє визначити оптимальні геометричні параметри соплової групи фільтрувальної установки для забезпечення максимальної продуктивності фільтрування рідини.

2. Використання безкамерної фільтрувальної установки в системах очищення стічних вод дозволить зменшити споживання водних технологічних середовищ та зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Коробочка О. М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту / О. М. Коробочка, Е. С. Скорняков, О. О. Сасов. – Дніпродзержинськ, 2009. – 253 с.
2. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О. А. Лудченко. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91 – [действующие от 31-03-1991]. – М. : Росавтотранс, 1991. – 89 с.
4. Рекус И. Г. Основы экологии и рационального природопользования / И. Г. Рекус, О. С. Шорина. – М. : Изд-во МГУП, 2001. – 146 с.
5. Коробочка О. М. Очищення технологічних середовищ при обробці металів різанням / О. И. Коробочка, А. М. Тихонцов, Е. А. Брильов – Воронеж : Видав. ВГУ, 1992. – 128 с.
6. Аверьянов В. С. Разработка технологической схемы бескамерного фильтрования водных технологических сред / В. С. Аверьянов, А. Н. Коробочка // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов. – Днепропетровск, 2007. – № 1 (50). – С. 62–67.
7. Адлер Ю. П. Планування експерименту при пошуку оптимальних умов / Ю. П. Адлер, Ю. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – Вид. 2-е, перер. і доп. – М. : Наука, 1986. – 186 с.

Рецензенти: **Скорняков Е. С.**, д.т.н., професор;  
**Солод В. Ю.**, к.т.н., доцент.

© Авер'янов В. С., Коробочка О. М., 2012

*Дата надходження статті до редколегії 08.12.2012 р.*

**АВЕР'ЯНОВ Володимир Сергійович** – ст. викладач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ.

**Коло наукових інтересів:** сучасні методи очищення стічних вод.

**КОРОБОЧКА Олександр Миколайович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ.

**Коло наукових інтересів:** сучасні методи очищення стічних вод.